

Научная статья

УДК 669

ОПТИМИЗАЦИЯ СТРУКТУРЫ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СПЛАВОВ НА ОСНОВЕ СИСТЕМЫ Fe–Al

**Даниил Григорьевич Чубов¹, Андрей Геннадьевич Мочуговский,
Валерия Валерьевна Палачева**

Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»,
Москва, Россия

¹ *daniilneo00@gmail.com*

Научный руководитель — проф., д-р физ.-мат. наук И. С. Головин

Аннотация. Сплавы системы Fe–Al известны целым набором полезных свойств от повышенной теплостойкости до демпфирующей способности. Ввиду их низкой стоимости, а также способности подвергаться значительным пластическим деформациям открывается широкий спектр их практического использования. Однако сплавы Fe–Al на сегодняшний день уступают сплавам Fe–Ga по магнитострикционным характеристикам. Цель данной работы состоит в повышении магнитострикционных свойств сплавов системы Fe–Al посредством оптимизации их химического состава.

Ключевые слова: алюминиевые сплавы, магнитострикция, механические свойства, внутреннее трение, редкоземельные металлы

Финансирование: работа выполнена при финансовой поддержке гранта Президента Российской Федерации (МК–2828.2021.4).

Original article

THE STRUCTURE EVOLUTION AND FUNCTIONAL PROPERTIES OF Fe–Al-BASED ALLOYS DOPED WITH RARE-EARTH METALS

**Daniil Grigorievich Chubov¹, Andrey Gennadievich Mochugovsky,
Valeria Valeryevna Palacheva**

National Research Technological University “MISIS”, Moscow, Russia

¹ *daniilneo00@gmail.com*

Scientific supervisor — professor, doctor of physical and mathematical sciences I. S. Golovin

Abstract. Alloys of the Fe—Al system are known for a whole range of useful properties from increased heat resistance to damping ability. Due to their low cost, as well as the ability to undergo significant plastic deformation, a wide range of their practical use opens up. However, Fe—Al alloys are currently inferior to Fe—Ga alloys in terms of magnetostrictive characteristics. The purpose of this work is to improve the magnetostrictive properties of alloys of the Fe—Al system by optimizing their chemical composition.

Keywords: aluminum alloys, magnetostriction, mechanical properties, internal friction, rare earth metals

Funding: the work was supported financially by a grant of the President of the Russian Federation (МК–2828.2021.4).

Выбор легирующих элементов и их концентрационных границ будет осуществляться посредством анализа демпфирующей способности и измерения магнитострикции для сплавов с различным содержанием редкоземельных металлов (РЗМ). Существует два механизма влияния РЗМ на магнитострикцию в сплавах на основе железа: эффект формирования (001) ориентированной текстуры посредством термомеханической обработки, включающей прокатку и промежуточные отжиги (*i*), внесение искажения в кристаллическую решетку со структурным типом $A2$ (*ii*). РЗМ могут вносить как изотропные искажения за счет единичных атомов, так и за счет формирования пар атомов Al—Al или Al—РЗМ вдоль направления легкого намагничивания (001). Указанные механизмы позволяют интерпретировать влияние различных РЗМ (Tb, Dy и др.) на магнитострикцию сплавов Fe—Al, в то время как их влияние на демпфирующую способность ранее не исследовали. Атомы редкоземельных элементов, таких как Tb, Dy и др., обладая большими значениями орбитальных моментов, усиливают анизотропную магнитострикцию сплавов на основе железа. Например, для повышения функциональных характеристик Fe—Ga сплавов в их состав вводят 0,1–1 ат. % РЗМ [1; 2]. Легирование сплавов на основе железа добавками РЗМ позволяет увеличить магнитострикцию до высоких значений.

В данной работе получены сплавы систем Fe—Al—РЗМ и Fe—Ga—РЗМ. Исследование структуры сплавов и их функциональных свойств осуществляли посредством современных методик и оборудования. Было проведено АЗВТ на образцах интервала концентрации Al от 12 до 26 ат. %. Самая большая демпфирующая способность

и модуль упругости были обнаружены на АЗВТ для образца состава Fe–26Al–0.18Mn–0.02Ti и составляли 0,02 и 129 ГПа соответственно.

Список источников

1. Multiscale influence of trace Tb addition on the magnetostriction and ductility of 100 oriented directionally solidified Fe-Ga crystals / Wu Y. [et al.] // Physical review materials 3. 2019. V. 3.
2. Tuning magnetostriction of Fe-Ga alloys via stress engineering / Ke R. [et al.] // Journal of Alloys and Compounds. 2020. V. 822.